

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-178114

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

B60L 11/18

(21)Application number : 09-345014

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.12.1997

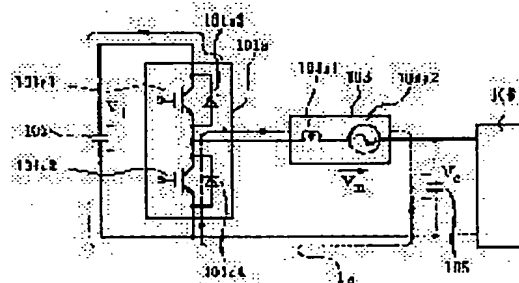
(72)Inventor : KINOSHITA SHIGENORI
FUJITA KOETSU
ITO JUNICHI

(54) ELECTRICAL SYSTEM OF ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a chopper to reduce size, weight and cost of a system apparatus and make an inverter input voltage variable to improve a system efficiency.

SOLUTION: One side ends of the windings of an AC motor 103 are connected to the AC output side of a voltage-type inverter 101 which receives a DC voltage and outputs a variable AC voltage with a variable frequency and the other side ends of the windings of the AC motor are connected to each other together to form a neutral. A variable voltage type energy storage device 105 is connected between the neutral and one of the DC input terminals of the inverter 101 and an automotive DC power supply 106 is connected between both the ends of the energy storage device 105. Further, the inverter 101 is made to practise a chopper operation by switching operation of a zero-voltage mode of the inverter 101 and a power is delivered between the variable voltage type energy storage device 105 and the DC input side of the inverter 101 through the inverter 101.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3219039

[Date of registration]

10.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-178114

(43)公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 6 0 L 11/18

B 6 0 L 11/18

A

審査請求 有 請求項の数25 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-345014

(22)出願日 平成9年(1997)12月15日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 木下 繁則

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 藤田 光悦

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 伊東 淳一

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

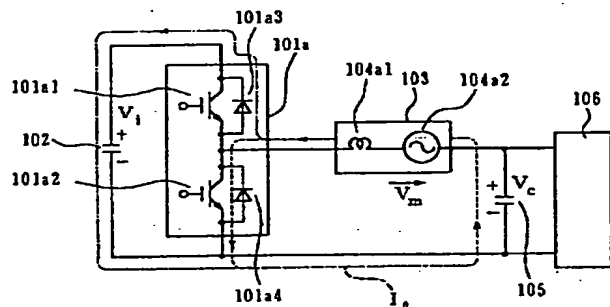
(74)代理人 弁理士 森田 雄一

(54)【発明の名称】 電気自動車の電気システム

(57)【要約】

【課題】 チョッパを省略してシステム機器の小形軽量化、低価格化を図り、インバータ入力電圧を可変としてシステム効率の向上を可能にする。

【解決手段】 直流電圧が入力されて可変周波数の可変交流電圧を出力する電圧形インバータ101の交流出力側に交流電動機103の巻線の一端を接続し、交流電動機の巻線他端を一括接続して中性点を構成する。この中性点と、インバータ101の直流入力端子の一端との間に電圧可変エネルギー貯蔵素子105を接続し、その両端に車載直流電源106を接続する。また、インバータ101の零電圧ベクトルモードのスイッチング動作によりインバータ101をチョッパ動作させ、電圧可変エネルギー貯蔵素子105とインバータ101の直流入力側との間でインバータ101を介して電力を授受させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流電圧が入力されて可変周波数の可変交流電圧を出力する電圧形インバータの交流出力側に交流電動機の巻線の一端を接続し、交流電動機の巻線の他端を一括接続して電動機巻線の中性点を構成し、この中性点と、インバータの直流入力端子の一端との間に電圧可変エネルギー貯蔵素子を接続し、この電圧可変エネルギー貯蔵素子の両端に車載直流電源を接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 2】 直流電圧が入力されて可変周波数の可変交流電圧を出力する電圧形インバータの交流出力側に交流電動機の巻線の一端を接続し、交流電動機の巻線の他端を一括接続して電動機巻線の中性点を構成し、この中性点と、インバータの直流入力電圧の中間点との間に電圧可変エネルギー貯蔵素子を接続し、この電圧可変エネルギー貯蔵素子の両端に車載直流電源を接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 3】 直流電圧が入力されて可変周波数の可変交流電圧を出力する電圧形インバータの交流出力側に交流電動機の巻線の一端を接続し、交流電動機の巻線の他端を一括接続して電動機巻線の中性点を構成すると共に、ダイオードが各々逆並列接続された 2 個の半導体スイッチ素子の直列回路からなる半導体スイッチアームをインバータの直流入力側に接続し、前記中性点と前記半導体スイッチアームの中間点との間に電圧可変エネルギー貯蔵素子を接続し、この電圧可変エネルギー貯蔵素子の両端に車載直流電源を接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 4】 直流電圧が入力されて可変周波数の可変交流電圧を出力する電圧形インバータの交流出力側に交流電動機の巻線の一端を接続し、交流電動機の巻線の他端を一括接続して電動機巻線の中性点を構成し、この中性点と、インバータの直流入力端子の一端との間に電圧可変エネルギー貯蔵素子を接続し、前記直流入力端子に車載直流電源を接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 5】 直流電圧が入力されて可変周波数の可変交流電圧を出力する電圧形インバータの交流出力側に交流電動機の巻線の一端を接続し、交流電動機の巻線の他端を一括接続して電動機巻線の中性点を構成し、この中性点と、インバータの直流入力電圧の中間点との間に電圧可変エネルギー貯蔵素子を接続し、インバータの直流入力端子に車載直流電源を接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 6】 直流電圧が入力されて可変周波数の可変交流電圧を出力する電圧形インバータの交流出力側に交流電動機の巻線の一端を接続し、交流電動機の巻線の他端を一括接続して電動機巻線の中性点を構成すると共に、ダイオードが各々逆並列接続された 2 個の半導体スイッチ素子の直列回路からなる半導体スイッチアームを

前記インバータの直流入力側に接続し、前記中性点と前記半導体スイッチアームの中間点との間に電圧可変エネルギー貯蔵素子を接続し、前記半導体スイッチアームの両端に車載直流電源を接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 7】 請求項 1, 2, 4, 5 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、前記インバータの零電圧ベクトルモードの動作によりインバータをチョッパ動作させ、前記電圧可変エネルギー貯蔵素子とインバータの直流入力側との間でインバータを介し電力を授受させることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 8】 請求項 3 または 6 記載の電気自動車の電気システムにおいて、前記インバータを零電圧ベクトルモードで動作させながら前記半導体スイッチアームをスイッチングしてチョッパ動作させ、前記電圧可変エネルギー貯蔵素子とインバータの直流入力側との間でインバータを介し電力を授受させることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 9】 請求項 2 または 5 記載の電気自動車の電気システムにおいて、インバータの直流入力電圧の中間点を、直列接続された複数の入力コンデンサの接続点としたことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 10】 請求項 1～9 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、電圧可変エネルギー貯蔵素子が電気二重層コンデンサまたは電気化学コンデンサであることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 11】 請求項 1～10 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、電圧可変エネルギー貯蔵素子に並列に高周波電流吸収用のコンデンサを接続したことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 12】 請求項 1～11 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、電圧可変エネルギー貯蔵素子の電圧またはインバータの直流入力電圧を一定、または交流電動機の運転状態に応じて可変としたことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 13】 請求項 1～12 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、交流電動機は車両駆動用の電動機であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 14】 請求項 1～12 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、交流電動機は車両用補機駆動用の電動機であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 15】 請求項 13 記載の電気自動車の電気システムにおいて、車両加速時には電圧可変エネルギー貯蔵素子に充電さ

れたエネルギーを放出させて電動機の駆動電力として使用し、車両減速時には車両の運動エネルギーを電圧可変形エネルギー貯蔵素子に吸収させて蓄積するようにしたことを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 16】 請求項 1～15 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、車載直流電源が化学電池であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 17】 請求項 1～15 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、車載直流電源がエンジン発電機であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 18】 請求項 1～15 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、車載直流電源が燃料電池であることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 19】 請求項 1～18 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、車両用補機の電力を電圧可変形エネルギー貯蔵素子から得ることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 20】 請求項 1～18 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、車両用補機の電力をインバータの直流入力電圧から得ることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 21】 請求項 1～18 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、車両用補機の電力を車載直流電源から得ることを特徴とする電気自動車の電気システム。

【請求項 22】 請求項 1, 4, 7～21 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、インバータの入力電圧 V_i 、電圧可変形エネルギー貯蔵素子の電圧 V_c 及び交流電動機の端子電圧（線間） V_n との関係が、次式を満たすことを特徴とする電気自動車の電気システム。

$$V_i \geq V_c + V_n / \sqrt{3}$$

$$V_i - V_n / \sqrt{3} \geq V_c \geq V_n / \sqrt{3}$$

【請求項 23】 請求項 2, 5, 7～21 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、インバータの入力電圧 V_i 、電圧可変形エネルギー貯蔵素子の電圧 V_c 及び交流電動機の端子電圧（線間） V_n との関係が、次式を満たすことを特徴とする電気自動車の電気システム。

$$V_i / 2 - V_n / \sqrt{3} \geq V_c \geq V_n / \sqrt{3} - V_i / 2$$

$$V_i \geq 2 (V_c + V_n / \sqrt{3})$$

【請求項 24】 請求項 3, 6, 7～21 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、インバータの入力電圧 V_i 、電圧可変形エネルギー貯蔵素子の電圧 V_c 及び交流電動機の端子電圧（線間） V_n との関係が、次式を満たすことを特徴とする電気自動車の電気システム。

$$V_i \geq V_c + V_n / \sqrt{3}$$

$$0 \leq V_c \leq V_i - V_n / \sqrt{3}$$

【請求項 25】 請求項 3, 6, 7～21 の何れか 1 項に記載の電気自動車の電気システムにおいて、インバータの入力電圧 V_i 、電圧可変形エネルギー貯蔵素子の電圧 V_c 及び交流電動機の端子電圧（線間） V_n との関係が、次式を満たすことを特徴とする電気自動車の電気システム。

$$V_i \geq V_c + V_n / \sqrt{3}$$

$$0 \leq V_c \leq V_i / 3$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電圧形インバータにより車両駆動用電動機を駆動する電気自動車の電気システムに関する。

【0002】

【従来技術】 図 16 は、電池を電源とする公知の電気自動車の電気システムを示している。1 は直流電源としての主電池であり、高エネルギー形電池として主に化学電池が用いられる。2 は車両駆動用交流電動機、3 は電動機駆動用の可変電圧、可変周波数の電圧形インバータ、4 は減速機、5 はデフギア、6 は車輪をそれぞれ示す。また、7 は補機電動機であり、エアコン、パワステアリング、各種ポンプ等の補機をを駆動する電動機であるが、代表して 1 台だけ示してある。8 は補機電動機 7 を駆動するインバータである。

【0003】 一方、9 は高出力形電池としてのコンデンサであり、主に物理コンデンサである電気二重層コンデンサが用いられる。10 はコンデンサ 9 と主電池 1 との間に挿入されるチョッパである。一般に、高出力形電池は車両の加速時に電力を放出し、減速時に車両の制動エネルギーを吸収する。このため、加速時には、コンデンサ 9 の電圧は電力の放出によって低下し、逆に制動時は電力を吸収して上昇する。チョッパ 10 は、電圧が大きく変化するコンデンサ 9 と、電圧がほぼ一定である主電池 1 との間で電力を授受するために挿入されている。

【0004】 図 17 はシリーズ形ハイブリッド電気自動車の電気システムを示したもので、図 16 と同じ構成要素は同じ番号で示してある。図 17 において、11 はエンジン、12 は発電機、13 はコンバータである。14 は電池であり、発電機 12 の発生電力と電動機 2 の消費電力との差を吸収するために挿入される。このシリーズ形では、エンジン 11、発電機 12、コンバータ 13 によって車両走行用電力を発生し、この電力でインバータ 3 を介し電動機 2 を駆動している。シリーズ形のシステムは種々あるが、図示の例では、余剰電力吸収用の電池として化学電池 14 を使用した場合を示してある。この電池 14 は高出力形でないで、図 16 の場合と同じく、高出力形電池であるコンデンサ 9 がチョッパ 10 を介して並列に接続されている。

【0005】一般に、発電機の出力は、加減速時に必要とする最大電力ではなく、定速走行時に必要とする電力により決定されており、この電力は最大電力より小さい。このため、高出力を必要とする車両の加減速時には、コンデンサ9とチョッパ10を介して電力の授受を行う。化学電池14は、発電機12の発生電力と電動機2及び図示されていない補機の消費電力の差の電力を吸収する。エンジン11を止めて、化学電池14のみで走行する場合、化学電池14はある程度のエネルギーを持った電池にする必要がある。

【0006】図18はパラレル形ハイブリッド電気自動車の電気システムを示したもので、図16、図17と同じ構成要素は同じ番号で示してある。15はパラレル用エンジン、16は発電動機、17は変速機、18は化学電池、19はコンバータ（インバータ）、20は高出力形電池としての電気二重層コンデンサ、21はチョッパをそれぞれ示す。パラレル形では、エンジン15の動力のみで変速機17を介して走行する場合と、化学電池18の電力でコンバータ（インバータ）19、発電動機16を介して走行する場合と、エンジン15と電池18との両方の動力で走行する場合とがあり、用途に応じて各システムを使い分けしている。パラレル形でも、車両制動時の回生電力吸収用として、高出力形電池が必要であり、電池18に対しチョッパ21を介して電気二重層コンデンサ20を並列に接続している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述の公知例で示したように、電気自動車の電源には、高エネルギー形と高出力形の両性能を有する電池が必要である。高エネルギー形電池は一充電当たりの走行距離性能を決め、高出力形電池は加速性能や回生制動性能を決める。車両の制動毎に制動エネルギーを電池に十分に回生できれば、電気自動車の省エネルギー効果は非常に大きい。電気自動車も、現在のエンジン自動車と運転操作は同じで、制動回数は数万回以上に達する。電気自動車の省エネルギー化を一層進めるためには、この数万回以上に及ぶ回数の加減速動作に耐えることが必須となる。すなわち、電池としては数万回以上に及ぶ大出力の充放電動作に耐えることが望まれる。しかし、現在の電池は化学電池が主体であるため、数万回以上に及ぶ大出力の充放電動作は困難で高々数千回程度が限度である。このため、現在の電気自動車では、適当な期間毎に化学電池を交換するか、あるいは電気二重層コンデンサ等の高出力形電池を併用することが必須となっている。

【0008】図19は、電気自動車の運転モード（加速運転、定速走行運転、減速運転モード）に応じて、

(a) 車両速度 V 、(b) インバータ入力 P_i 、(c) 電気二重層コンデンサ電圧 V_c とインバータ入力電圧 V_i 、(d) 直流電源（化学電池）の出力 P_s をそれぞれ示している。また、図20は図16～図18で使用され

ているチョッパの一例について示したもので、図16のチョッパ10を例示してある。10b、10cはスイッチ部であり、トランジスタ10b1、10c1とダイオード10b2、10c2がそれぞれ逆並列接続されている。10aは電流平滑リアクトル、10dは電圧平滑コンデンサである。

【0009】電気自動車と言えども、従来のエンジン車とほぼ同様の使用目的を有することから、一充電走行距離が長いこと、加減速性能が良いこと、燃費が良いこと、機器が小形・軽量であること、更には価格が安いことが求められる。この点、電気二重層コンデンサ等の高出力形電池の併用やハイブリッド化によって走行性能、燃費は大幅に改善されている。しかし、ここで大きな問題となるのは、高出力形電池部、特に図20に示したようなチョッパ部である。このチョッパ部は高出力形で電動機駆動用インバータとほぼ同じ容量のものが必要となるので、その小形軽量化、価格低減が大きな課題となっている。

【0010】そこで本発明は、高出力形電池部のうち特にチョッパ部の構成を改良し、システム機器の小形軽量化、低価格化、システム効率の向上を可能にした電気自動車の電気システムを提供しようとするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】多相インバータの動作モードに、零電圧ベクトル出力がある。この出力モードは、図21に示すインバータ3のP側スイッチアーム31a、31b、31cまたはN側スイッチアーム32a、32b、32cを同時にオンするモードである。すなわち、多相電動機的全端子電圧（線間）が同時に零となるモードである。このインバータの零電圧ベクトルモードのスイッチング動作を利用し、更に多相交流電動機の中性点とインバータの直流入力側の一端との間に直流電源を接続し、インバータの零電圧ベクトルモードのスイッチング動作期間に直流電源とインバータの直流入力側との間で零相電力を授受する方法が、既に提案されている。

【0012】図22はこの基本システムを示す図であり、1aは第1の直流電源、2aは三相電動機、3aは電圧形インバータ、31aはインバータの入力コンデンサである。電動機2aの各相の巻線2a1の一端をインバータ3aに接続し、他端は全巻線を一括接続して中性点2a2を作る。この中性点2a2とインバータ3aの直流入力側の一端（図ではN極側）との間に、第2の直流電源1bを接続する。このような構成において、インバータ3aにより零電圧ベクトルを出力させると、直流電源1bの電圧は電動機2aの各入力端子から見ると零相電圧となる。この回路の正相分等価回路は、従来と同じ三相インバータによる電動機2aの駆動回路であるが、零相分等価回路を考えると、インバータ3aの3アームはあたかも零電圧ベクトルの比でスイッチング動作

する1つのアームとみなされ、2象限チョッパとして作用するので、インバータ3aにより零相電圧を制御することで、2象限チョッパの動作を実現することができる。つまり、図22の回路によれば、インバータ3aによる零電圧ベクトルモードの動作により、直流電源1bとコンデンサ31aとの間で直流電力を授受することになる。なお、チョッパ用リアクトルは巻線2a1のリアクトルを利用する。このシステムによれば、インバータ3aの直流入力電圧を可変にできることから、インバータ駆動システムの性能改善、システムの小形軽量化、低価格化が可能になる。

【0013】本発明は、上記原理に基づくものであり、電動機の巻線の一端を一括接続して電動機巻線の中性点を構成し、この中性点とインバータの直流入力端子間に電気二重層コンデンサや電気化学コンデンサ等の電圧可変エネルギー貯蔵素子を接続する。また、車載直流電源を電圧可変エネルギー貯蔵素子の両端またはインバータの入力コンデンサの両端に接続する。そして、インバータを零電圧ベクトルモードで動作させ、かつ、電動機巻線をリアクトルとして使用することで、インバータの半導体スイッチをチョッパスイッチとして使用し、入力コンデンサとインバータとの間で等価的なチョッパを構成するものである。これにより、従来の高出力形電池部において必要とされたチョッパ部を不要にし、システムの小形軽量化、低価格化を図っている。なお、電気自動車の動力は、化学電池やエンジン発電機、燃料電池等の車載直流電源からインバータを介して電動機を駆動することにより発生させ、補機電動機の電力は電圧可変エネルギー貯蔵素子やインバータの入力コンデンサから供給する。

【0014】

【発明の実施形態】以下、本発明の実施形態を図に沿って説明する。図1は、請求項1に記載した発明の実施形態を説明する図である。図において、101は三相電圧形インバータであり、図16のインバータ3に対応している。102はインバータの入力コンデンサ、103は三相の車両駆動用交流電動機である。104は電動機103の巻線であり、各相巻線の一端はインバータ101に接続され、他端は一括接続して中性点103aを構成する。105は電圧可変エネルギー貯蔵素子であり、その一端は電動機巻線の中性点103aに接続され、他端はインバータ入力端子のN極側に接続されている。106は車載直流電源であり、電圧可変エネルギー貯蔵素子105の両端に接続されている。図1の例では、電圧可変エネルギー貯蔵素子105の一端をインバータ入力端子のN極側に接続してあるが、P極側に接続することも可能である。

【0015】車載直流電源106には、請求項16～18に記載するように、化学電池、燃料電池、エンジン発電機（エンジンと発電機と整流器とにより構成された直

流電源）等が用いられる。特に、車載直流電源106としては可変電圧源であることが望ましい。また、電圧可変エネルギー貯蔵素子には、請求項10に記載するように電気二重コンデンサや電気化学コンデンサを使用する。

【0016】次に、この実施形態の動作を図2を用いて説明する。図2は1相（a相）分につき等価的に示したもので、他相についても同じである。図2において、図1と同じ構成要素は同じ番号で示してある。なお、インバータ101はトランジスタインバータで示してある。図2において、104a1は電動機103のa相巻線、104a2は巻線104aの逆起電力を等価的に示したもので、その大きさを V_B で示してある。101a1はインバータ101のa相のスイッチアームである。101a1、101a2はトランジスタ、101a3、101a4はダイオードであり、これらのダイオード101a3、101a4はトランジスタ101a1、101a2にそれぞれ逆並列接続されている。電圧可変エネルギー貯蔵素子105の電圧は V_C で示してあり、その極性は図示のとおりである。インバータ101の入力電圧は V_i で示してあり、その極性は図示のとおりである。

【0017】電動機103を駆動している時の動作を、図2により説明する。 $V_C < V_B$ 、 $V_i > V_C$ の状態ではトランジスタ101a2をオンすると、図の破線方向にリアクトル電流（巻線104a1の電流） I_l が流れ、この電流は次第に増加して行く。トランジスタ101a2をオフすると、リアクトル電流 I_l は一点鎖線で示すようにダイオード101a3を通してコンデンサ102を充電し、次第に減少する。すなわち、電圧可変エネルギー貯蔵素子105に蓄積されていたエネルギーは、インバータ入力回路のコンデンサ102に転送される。この入力コンデンサ102に転送されたエネルギーは、インバータ101の通常のインバータ動作によって電動機103を駆動する。図2では、トランジスタ101a1、101a2、リアクトル（巻線104a1）は昇圧チョッパとして動作する。

【0018】ここで、電動機駆動時（電気自動車では加速時に相当）に、車載直流電源106からの供給電力がインバータ101の所要電力より小さいと、上述した動作により電圧可変エネルギー貯蔵素子105から電力が放出されてインバータ101に注入される。すなわち、インバータ入力電圧が規定値になるようチョッパ制御を行って、電圧可変エネルギー貯蔵素子105からインバータ101の直流入力側に電力を移す。このような制御により、加速時に必要な大きな電力を電圧可変エネルギー貯蔵素子105からインバータ101に供給することができるので、車載直流電源106からは加速電力よりも小さい車両走行時の平均的な電力を供給すれば良い。

【0019】次に、電動機103が減速している時の動

作を図3により説明する。図3は図2に対応したものであり、図2と同じ構成要素は同じ番号で示してある。 $V_i > (V_c + V_\phi)$ の状態ではトランジスタ101a1をオンすると、同図の破線のようにリアクトル電流 I_L が流れ、かつ増加する。トランジスタ101a1をオフすると、リアクトル電流 I_L は同図の一点鎖線で示すようにダイオード101a4を通して流れる。 $V_c < V_\phi$ であるから、リアクトル電流 I_L は次第に減少して行く。図3では、トランジスタ101a1、101a2、リアクトル(巻線104a1)は降圧チョッパとして動作する。すなわち、入力コンデンサ102の電力が電圧可変エネルギー貯蔵素子105に転送され、電圧可変エネルギー貯蔵素子105を充電する。電気自動車の制動時には、制動電力は入力コンデンサ102に蓄えられるが、この回生電力は上述した降圧チョッパ動作によって電圧可変エネルギー貯蔵素子105に転送される。加速時と同じように、回生電力の大部分を電圧可変エネルギー貯蔵素子105に充電するように制御すると、車載直流電源106への回生電力は小さくすることができる。すなわち、電気自動車の回生電力の殆どを電圧可変エネルギー貯蔵素子105に充電することによって、車載直流電源106への回生電力はほぼ零かあるいは非常に小さくすることができる。この動作は、請求項15に記載した発明の実施形態に相当する。

【0020】上述したインバータ101の昇圧チョッパ動作、降圧チョッパ動作は、請求項7に記載するように、インバータ101に零電圧ベクトルモードの動作を行わせることによって可能であり、この零電圧ベクトル出力時には、インバータ101の各相のスイッチアームを、等価的に図2、図3に示すような単一のスイッチアームと見なすことができる。このスイッチアーム及びリアクトルからなるチョッパの昇圧、降圧動作により、電動機103の駆動時、制動時に電圧可変エネルギー貯蔵素子105と入力コンデンサ102との間で電力の授受を行うものであるから、車載直流電源106にとっては充放電の責務が大幅に軽減されることになる。

【0021】図4は図19と同様に、図2、図3の動作について、電気自動車の運転モード(加速運転、定速走行運転、減速運転モード)に対応する(a)車両速度 V 、(b)インバータの入力 P_i 、(c)電圧可変エネルギー貯蔵素子105の電圧 V_c とインバータ入力電圧 V_i 、(d)車載直流電源106の出力 P_s を示している。この図は、請求項12に対応した実施形態を説明する図である。図4を見ると、図19と酷似していることがわかる。すなわち、図1の構成でインバータ101をチョッパ動作させることにより、図19と同じ機能を持たせることができる。図4では、電圧可変エネルギー貯蔵素子105の電圧は可変となっているが、請求項12に示すように、一定でも動作可能である。また、図4の例ではインバータ入力電圧を一定としているが、請求

項12に示すように可変にしても良い。

【0022】次に、図5は請求項2、請求項9に記載した発明の実施形態を示しており、図1と同じ構成要素には同じ番号を付してある。請求項1の発明と異なるのは、インバータ101の入力コンデンサ102を102a、102bに二分し、この中間点(インバータ直流入力電圧の中間点)に電圧可変エネルギー貯蔵素子105の一端を接続した点にある。図6は、この実施形態におけるチョッパの動作を図2、図3に対応させて示したものである。この実施形態では、二分割した入力コンデンサ102a、102bの中間点に電圧可変エネルギー貯蔵素子105の一端を接続しているため、図2、図3の説明で V_i を $V_i/2$ に読み替えれば、図6の動作は図2、図3の動作と同じとなる。このため、詳細な説明は省略する。

【0023】図7は、請求項3に記載した発明の実施形態を示す図である。なお、図1、図5と同じ構成要素には同じ番号を付してある。図7において、107は半導体スイッチアームであり、直列接続された2個のトランジスタ107b、107cと、これらに逆並列接続されたダイオード107d、107eとを有する。そして、トランジスタ107b、107cの中間点107aと電圧可変エネルギー貯蔵素子105の一端とが接続されている。

【0024】図7の動作を、図8を参照して説明する。この図8も、図2と同じく1相(a相)分について示している。 $V_\phi < V_c$ 、 $V_c < (V_i + V_\phi)$ の条件でトランジスタ107bをオンすると、図の破線方向にリアクトル電流 I_L が流れ、このリアクトル電流 I_L は増加して行く。トランジスタ107bをオフすると、リアクトル電流 I_L は図の一点鎖線のルートに転流する。 $V_c < (V_i + V_\phi)$ であるため、リアクトル電流 I_L は減少して行く。この実施形態では、スイッチアーム107と電動機103のa相巻線104a1とによってチョッパが構成されており、請求項8に記載する如く、インバータ101を零電圧ベクトルモードで動作させている間にスイッチアーム107をスイッチングすることによって、電圧可変エネルギー貯蔵素子105と入力コンデンサ102との間でエネルギーの授受が行われる。電圧可変エネルギー貯蔵素子105、インバータ101、車載直流電源106間の電力のやりとりも図2、図3と同じであるので、説明は省略する。なお、図8と図1では、チョッパ動作可能な電圧条件が異なっている。

【0025】次に、図9は請求項4に記載した発明の実施形態を示すものである。この実施形態は、図1の実施形態において電圧可変エネルギー貯蔵素子105の両端に接続されていた車載直流電源106を、インバータ101の直流入力側に接続したもので、インバータ101のチョッパ動作は図2、図3の場合と同じである。インバータ101への平均的な電力は車載直流電源106

から供給される。電圧可変形エネルギー貯蔵素子105と入力コンデンサ102との間の電力の授受は図1の実施形態と同じであるので、説明を省略する。電圧可変形エネルギー貯蔵素子105へのエネルギーの注入・放出を零にするには、インバータ101のチョップ動作を停止すればよい。すなわち、インバータ101による零電圧ベクトルの出力を停止させればよい。チョップ動作を停止すると、電圧可変形エネルギー貯蔵素子105の電流 I_c が零になり、入力コンデンサ102との間でのエネルギーの授受がなくなる。インバータ101の所要入力に対して、電圧可変形エネルギー貯蔵素子105からの放出電力が下回った時には、その不足分が車載直流電源106から供給されることになる。

【0026】図10は、請求項5に記載した発明の実施形態を示すもので、図5の電圧可変形エネルギー貯蔵素子105の両端に接続されていた車載直流電源106をインバータ101の直流入力側に接続したものである。インバータ101のチョップ動作、車載直流電源106からの電力の供給は、図5の実施形態と同じである。

【0027】図11は、請求項6に記載した発明の実施形態を示すもので、図7の電圧可変形エネルギー貯蔵素子105の両端に接続されていた車載直流電源106をスイッチアーム107の両端に接続したものである。スイッチアーム107のチョップ動作、車載直流電源106からの電力の供給等は、図7の実施形態と同じである。

【0028】図12は、請求項11に記載した発明の実施形態を示すもので、前述の各実施形態と同じ構成要素は同じ番号で示してある。一般に、電圧可変形エネルギー貯蔵素子はインバータのスイッチング周波数に対応できる高周波形の性能には不十分である。すなわち、高周波インピーダンスが大きいため、インバータのスイッチング周波数で使用すると、電圧可変形エネルギー貯蔵素子の端子電圧の上昇や損失が増大する。このため、本実施形態では高周波電流吸収用のコンデンサを電圧可変形エネルギー貯蔵素子105に並列に接続することとした。図12において、105aが高周波電流吸収用コンデンサである。

【0029】次に、図13は請求項19に記載した発明の実施形態を示すもので、クーラー等の補機を補機用電動機によって駆動するための車両用補助電源108aを電圧可変形エネルギー貯蔵素子105の両端に接続したシステムであり、主要部の構成は図1の例で示してある。この実施形態は、図5、図7、図9、図10、図11、図12の実施形態にも適用可能である。

【0030】図14は、請求項20に記載した発明の実施形態を示すもので、車両用補助電源108bをインバータ101の入力コンデンサ102の両端に接続したシステムであり、主要部の構成は図1の例で示してある。この実施形態も、図5、図7、図9、図10、図11、

図12の実施形態に適用可能である。

【0031】図15は、請求項21に記載した発明の実施形態を示すもので、車両用補助電源108cを車載直流電源106に接続したシステムであり、主要部の構成は図1の例で示してある。この実施形態も、図5、図7、図9、図10、図11、図12の実施形態に適用可能である。

【0032】次に、電圧可変形エネルギー貯蔵素子105の電圧 V_c 、インバータ101の入力電圧 V_i 、電動機103の端子電圧（線間、実効値） V_m の関係について説明する。図1の実施形態では、請求項22に示すように、これらを次式のごとく設定し、インバータ101は通常のPWM制御を行う。

$$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3}$$

$$V_i - V_m / \sqrt{3} \geq V_c \geq V_m / \sqrt{3}$$

また、図5の実施形態では、請求項23に示すように、これらを次式のごとく設定し、インバータ101は通常のPWM制御を行う。

$$V_i / 2 - V_m / \sqrt{3} \geq V_c \geq V_m / \sqrt{3} - V_i / 2$$

$$V_i \geq 2(V_c + V_m / \sqrt{3})$$

更に、図7の実施形態では、請求項24に示すように、次式のごとく設定し、インバータ101は通常のPWM制御を行う。

$$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3}$$

$$0 \leq V_c \leq V_i - V_m / \sqrt{3}$$

ここで、図7の実施形態においては、請求項25に示すように、次式のごとく設定しても良い。この場合、インバータ101は通常のPAM制御を行う。

$$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3}$$

$$0 \leq V_c \leq V_i / 3$$

【0033】

【発明の効果】以上述べたように、本発明では、交流電動機の巻線の中性点とインバータの直流入力側との間にキャパシタのような電圧可変形エネルギー貯蔵素子を接続し、電動機の巻線をリアクトルとして使用すると共に、インバータによる零電圧ベクトルモードの動作を利用して、インバータや半導体スイッチアームをチョップとして動作させている。そして、上記チョップ動作により、電気自動車の加速時（駆動時）には主として電圧可変形エネルギー貯蔵素子のエネルギーを放出し、また、減速時（制動時）には車体の運動エネルギーを電圧可変形エネルギー貯蔵素子に吸収するようにしたものである。

【0034】このため、

- 1) 従来必要であったチョップやチョップ用リアクトルを省略できる、
- 2) インバータの直流入力電圧を可変にすることができ、等の効果があり、更に、次の大きな効果がある。
- 3) システム機器の大幅な小形軽量化、低価格化を図ることができる。

4) インバータを最適な電圧値で動作させることができるので、システム効率が大幅に向上する。
これらにより、電気自動車の普及・発展に大きく貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1記載の発明の実施形態を示す図である。

【図2】図1における昇圧チョッパの動作を示す図である。

【図3】図1における降圧チョッパの動作を示す図である。

【図4】電気自動車の運転モードに応じた、図1の実施形態の動作説明図である。

【図5】請求項2、請求項9に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図6】図5におけるチョッパの動作を示す図である。

【図7】請求項3に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図8】図7におけるチョッパの動作を示す図である。

【図9】請求項4に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図10】請求項5に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図11】請求項6に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図12】請求項11に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図13】請求項19に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図14】請求項20に記載した発明の実施形態を示す図である。

【図15】請求項21に記載した発明の実施形態を示す

図である。

【図16】電池を電源とする公知の電気自動車の電気システムを示す図である。

【図17】シリーズ形ハイブリッド電気自動車の電気システムを示す図である。

【図18】パラレル形ハイブリッド電気自動車の電気システムを示す図である。

【図19】電気自動車の運転モードに応じた、図16～図18のシステムの動作説明図である。

【図20】図16におけるチョッパの構成図である。

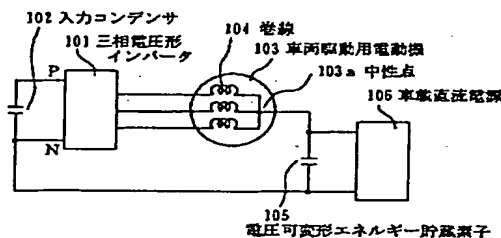
【図21】三相インバータの主回路構成図である。

【図22】本発明の原理を示す電動機駆動回路図である。

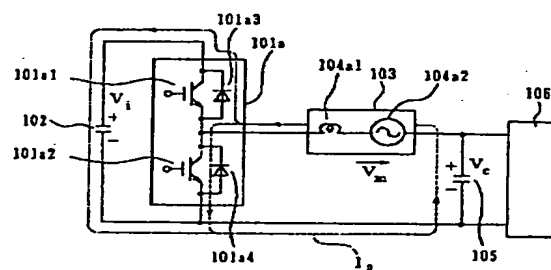
【符号の説明】

- 101 三相電圧形インバータ
- 101a a相スイッチアーム
- 101a1, 101a2, 107b, 107c トランジスタ
- 101a3, 101a4, 107d, 107e ダイオード
- 102, 102a, 102b 入力コンデンサ
- 103 車両駆動用交流電動機
- 103a 中性点
- 104, 104a1 巻線
- 104a2 逆起電力
- 105 電圧可変エネルギー貯蔵素子
- 105a 高周波電流吸収用コンデンサ
- 106 車載直流電源
- 107 半導体スイッチアーム
- 107a 中間点
- 108a, 108b, 108c 補助電源

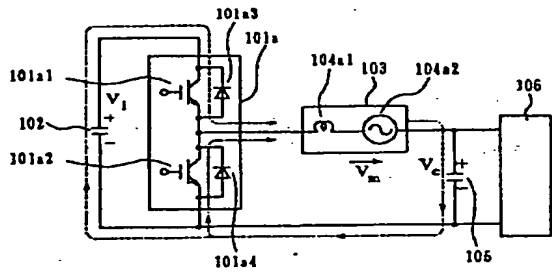
【図1】



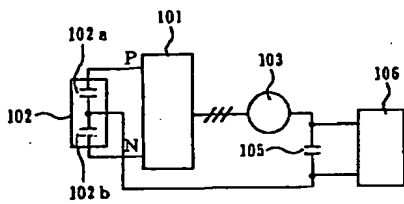
【図2】



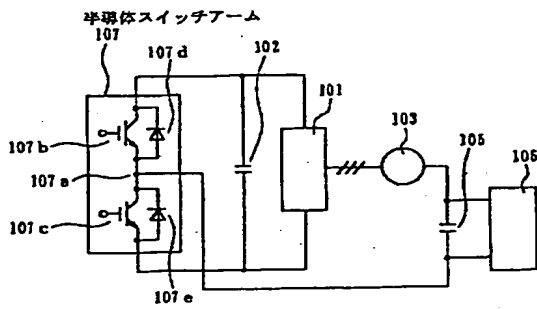
【図3】



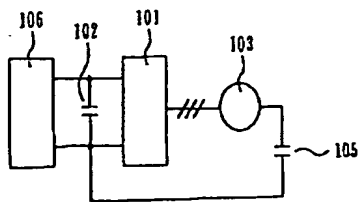
【図5】



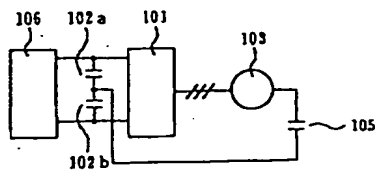
【図7】



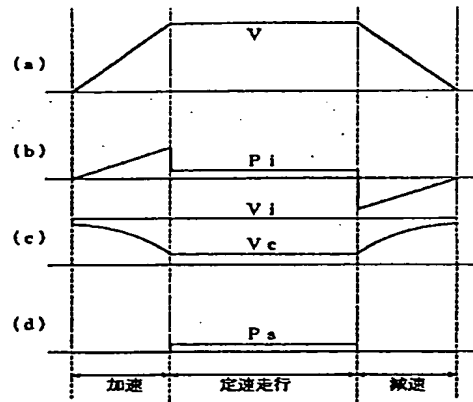
【図9】



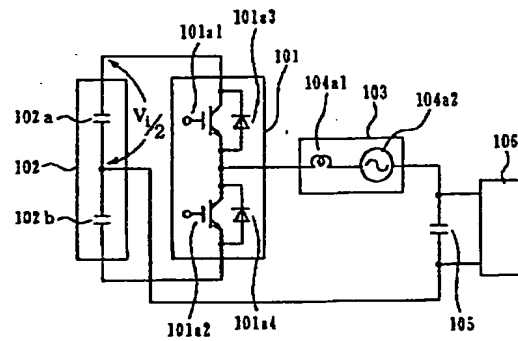
【図10】



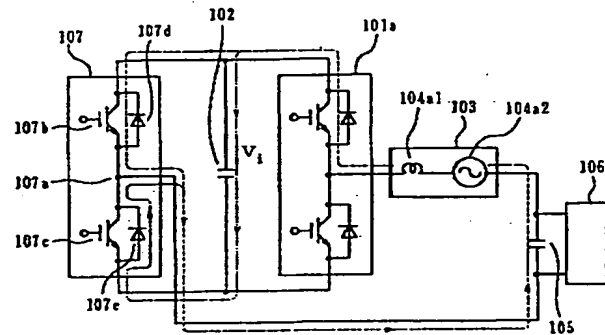
【図4】



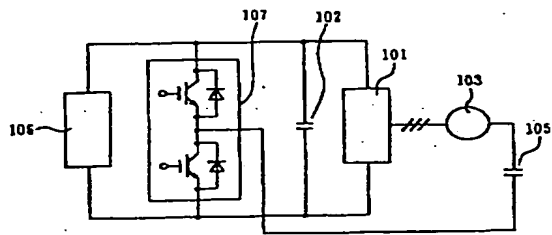
【図6】



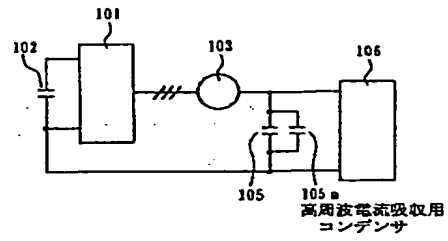
【図8】



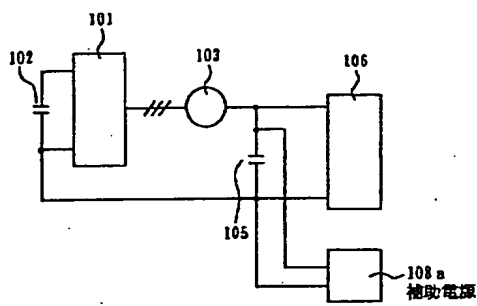
【図 11】



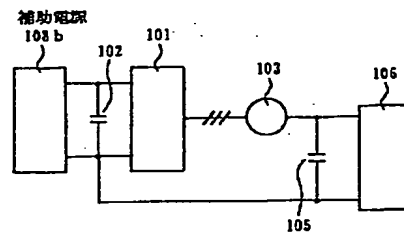
【図 12】



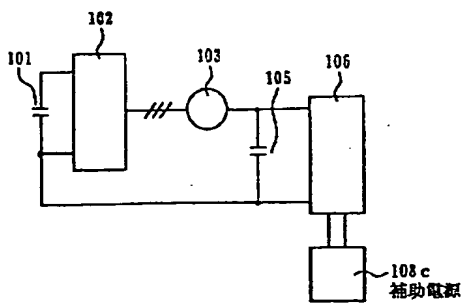
【図 13】



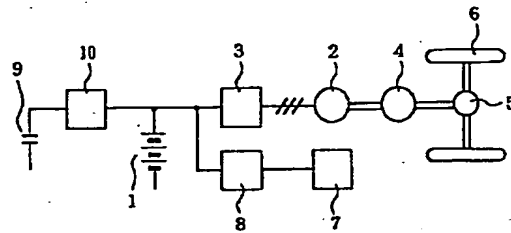
【図 14】



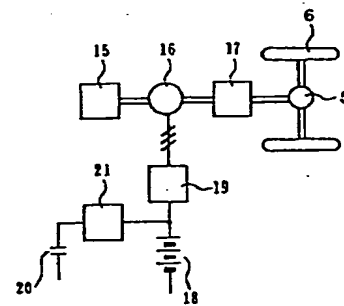
【図 15】



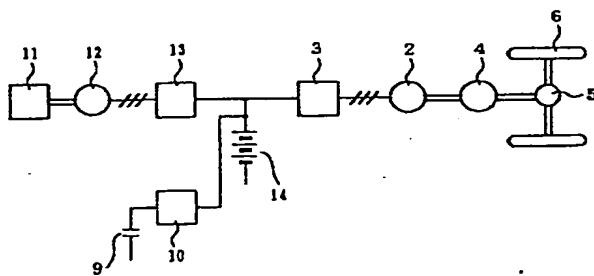
【図 16】



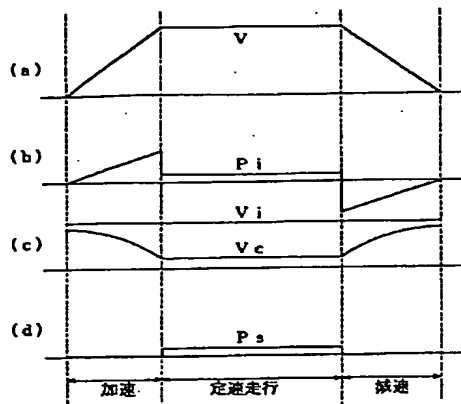
【図 18】



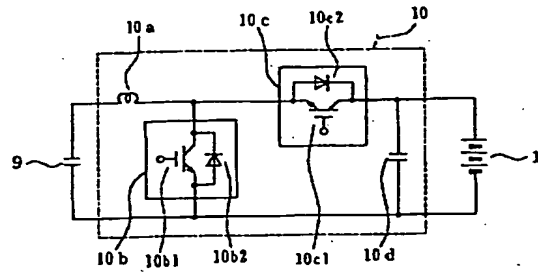
【図 17】



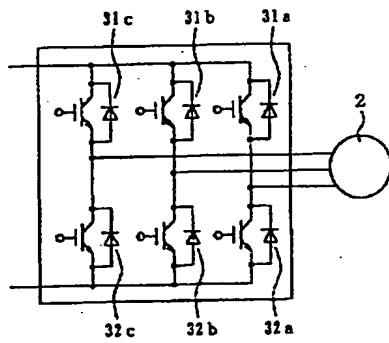
【図 19】



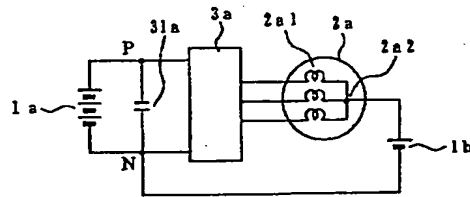
【図 20】



【図 21】



【図 22】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-178114

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

B60L 11/18

(21)Application number : 09-345014

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.12.1997

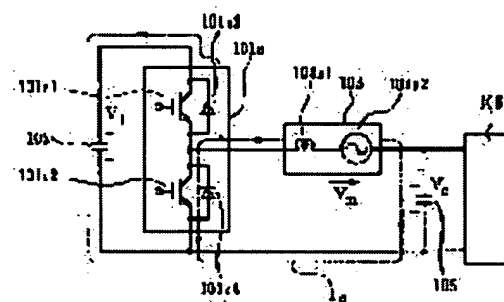
(72)Inventor : KINOSHITA SHIGENORI
FUJITA KOETSU
ITO JUNICHI

(54) ELECTRICAL SYSTEM OF ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a chopper to reduce size, weight and cost of a system apparatus and make an inverter input voltage variable to improve a system efficiency.

SOLUTION: One side ends of the windings of an AC motor 103 are connected to the AC output side of a voltage-type inverter 101 which receives a DC voltage and outputs a variable AC voltage with a variable frequency and the other side ends of the windings of the AC motor are connected to each other together to form a neutral. A variable voltage type energy storage device 105 is connected between the neutral and one of the DC input terminals of the inverter 101 and an automotive DC power supply 106 is connected between both the ends of the energy storage device 105. Further, the inverter 101 is made to practise a chopper operation by switching operation of a zero-voltage mode of the inverter 101 and a power is delivered between the variable voltage type energy storage device 105 and the DC input side of the inverter 101 through the inverter 101.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.01.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3219039
[Date of registration] 10.08.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An end of a coil of an AC motor is connected to an alternating current output side of a voltage form inverter which direct current voltage is inputted and outputs adjustable alternating voltage of a variable frequency, package connection of the other end of a coil of an AC motor is made, and the neutral point of a motor coil is constituted. This neutral point, An electrical system of an electric vehicle characterized by having connected a voltage adjustable form energy storage element between ends of a direct-current input terminal of an inverter, and connecting mounted DC power supply to both ends of this voltage adjustable form energy storage element.

[Claim 2] An end of a coil of an AC motor is connected to an alternating current output side of a voltage form inverter which direct current voltage is inputted and outputs adjustable alternating voltage of a variable frequency, package connection of the other end of a coil of an AC motor is made, and the neutral point of a motor coil is constituted. This neutral point, An electrical system of an electric vehicle characterized by having connected a voltage adjustable form energy storage element between midpoints of direct-current input voltage of an inverter, and connecting mounted DC power supply to both ends of this voltage adjustable form energy storage element.

[Claim 3] While connecting an end of a coil of an AC motor to an alternating current output side of a voltage form inverter which direct current voltage is inputted and outputs adjustable alternating voltage of a variable frequency, making package connection of the other end of a coil of an AC motor and constituting the neutral point of a motor coil A solid state switch arm which diode becomes from a series circuit of two solid state switch elements by which antiparallel connection was carried out respectively is connected to a direct-current input side of an inverter. An electrical system of an electric vehicle characterized by having connected a voltage adjustable form energy storage element between said neutral points and midpoints of said solid state switch arm, and connecting mounted DC power supply to both ends of this voltage adjustable form energy storage element.

[Claim 4] The electrical system of the electric vehicle which connects an end of a coil of an AC motor to an alternating current output side of a voltage form inverter which direct current voltage is inputted and outputs adjustable alternating voltage of a variable frequency, makes package connection of the other end of a coil of an AC motor, and is characterized by to have constituted the neutral point of a motor coil, to have connected a voltage adjustable form energy-storage element between this neutral point and an end of a direct-current input terminal of an inverter, and to connect mounted DC power supply to said direct-current input terminal.

[Claim 5] The electrical system of the electric vehicle which connects an end of a coil of an AC motor to an alternating current output side of a voltage form inverter which direct current voltage is inputted and outputs adjustable alternating voltage of a variable frequency, makes package connection of the other end of a coil of an AC motor, and is characterized by to have constituted the neutral point of a motor coil, to have connected a voltage adjustable form energy-storage element between this neutral point and a midpoint of direct-current input voltage of an inverter, and to connect mounted DC power supply to a direct-current input terminal of an inverter.

[Claim 6] While connecting an end of a coil of an AC motor to an alternating current output side of a voltage form inverter which direct current voltage is inputted and outputs adjustable alternating voltage of a variable frequency, making package connection of the other end of a coil of an AC motor and constituting the neutral point of a motor coil A solid state switch arm which diode becomes from a series circuit of two solid state switch elements by which antiparallel connection was carried out respectively is connected to a direct-current input side of said inverter. An electrical system of an electric vehicle characterized by having connected a voltage adjustable form energy storage element between said neutral points and midpoints of said solid state switch arm, and connecting mounted DC power supply to both ends of said solid state switch arm.

[Claim 7] An electrical system of an electric vehicle which is made to carry out chopper actuation of the inverter by actuation of a zero voltage vector mode of said inverter, and is characterized by making power deliver and receive through an inverter between said voltage adjustable form energy storage elements and direct-current input sides of an inverter in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1, 2, 4, and 5.

[Claim 8] An electrical system of an electric vehicle which switches said solid state switch arm, is made to carry out chopper actuation in an electrical system of an electric vehicle according to claim 3 or 6, operating said inverter by zero voltage vector mode, and is characterized by making power deliver and receive through an inverter between said voltage adjustable form energy storage elements and direct-current input sides of an inverter.

[Claim 9] An electrical system of an electric vehicle characterized by making a midpoint of direct-current input voltage of an inverter into a node of two or more input capacitors by which series connection was carried out in an electrical system of an electric vehicle according to claim 2 or 5.

[Claim 10] An electrical system of an electric vehicle characterized by a voltage adjustable form energy storage element being an electric double layer capacitor or an electrochemistry capacitor in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-9.

[Claim 11] An electrical system of an electric vehicle characterized by connecting a capacitor for high-frequency-current absorption to juxtaposition at a voltage adjustable form energy storage element in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-10.

[Claim 12] An electrical system of an electric vehicle characterized by making adjustable voltage of a voltage adjustable form energy storage element, or direct-current input voltage of an inverter according to operational status of regularity or an AC motor in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-11.

[Claim 13] It is the electrical system of an electric vehicle characterized by an AC motor being a motor for a vehicles drive in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-12.

[Claim 14] It is the electrical system of an electric vehicle characterized by an AC motor being a motor for an auxiliary machinery drive for vehicles in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-12.

[Claim 15] An electrical system of an electric vehicle characterized by making energy charged by voltage adjustable form energy storage element emit in an electrical system of an electric vehicle according to claim 13 at the time of vehicles acceleration, using it as drive power of a motor, making a voltage adjustable form energy storage element absorb kinetic energy of vehicles at the time of vehicles moderation, and making it accumulate.

[Claim 16] An electrical system of an electric vehicle characterized by mounted DC power supply being chemical cells in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-15.

[Claim 17] An electrical system of an electric vehicle characterized by mounted DC power supply being engine generators in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-15.

[Claim 18] An electrical system of an electric vehicle characterized by mounted DC power supply being fuel cells in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-15.

[Claim 19] An electrical system of an electric vehicle characterized by obtaining power of auxiliary machinery for vehicles from a voltage adjustable form energy storage element in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-18.

[Claim 20] An electrical system of an electric vehicle characterized by obtaining power of auxiliary machinery for vehicles from direct-current input voltage of an inverter in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-18.

[Claim 21] An electrical system of an electric vehicle characterized by obtaining power of auxiliary machinery for vehicles from mounted DC power supply in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1-18.

[Claim 22] An electrical system of an electric vehicle with which relation between input voltage V_i of an inverter, voltage V_c of a voltage adjustable form energy storage element, and terminal voltage (between lines) V_m of an AC motor is characterized by filling a degree type in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 1, 4, 7-21.

$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3}$ $V_i - V_m / \sqrt{3} \geq V_c \geq V_m / \sqrt{3}$ [Claim 23] An electrical system of an electric vehicle with which relation between input voltage V_i of an inverter, voltage V_c of a voltage adjustable form energy storage element, and terminal voltage (between lines) V_m of an AC motor is characterized by filling a degree type in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 2, 5, 7-21.

$V_i / 2 - V_m / \sqrt{3} \geq V_c \geq V_m / \sqrt{3} - V_i / 2$ $V_i \geq 2(V_c + V_m / \sqrt{3})$

[Claim 24] An electrical system of an electric vehicle with which relation between input voltage V_i of an inverter, voltage V_c of a voltage adjustable form energy storage element, and terminal voltage (between lines) V_m of an AC motor is characterized by filling a degree type in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 3, 6, 7-21.

$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3}$ $V_c \leq V_i - V_m / \sqrt{3}$ [Claim 25] An electrical system of an electric vehicle with which relation between input voltage V_i of an inverter, voltage V_c of a voltage adjustable form energy storage element, and terminal voltage (between lines) V_m of an AC motor is characterized by filling a degree type in an electrical system of an electric vehicle given in any 1 term of claims 3, 6, 7-21.

$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3}$ $V_c \leq V_i / 3$

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the electrical system of the electric vehicle which drives the motor for a vehicles drive with a voltage form inverter.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 16 shows the electrical system of the well-known electric vehicle which uses a cell as a power supply. 1 is the main cell as DC power supply, and a chemical cell is mainly used as a high energy form cell. In the adjustable voltage for [2] a motor drive in the AC motor for a vehicles drive, and 3, the voltage form inverter of a variable frequency, and 4, a reducer and 5 show a differential-gear gear and 6 shows a wheel, respectively. Moreover, although 7 is an auxiliary machinery motor and is a motor which drives *****, such as an air-conditioner, PAWASU tearing, and various pumps, it is represented and is shown only one set. 8 is an inverter which drives the auxiliary machinery motor 7.

[0003] On the other hand, the electric double layer capacitor which 9 is a capacitor as a high power form cell, and is mainly a physical capacitor is used. 10 is a chopper inserted between a capacitor 9 and the main cell 1. Generally, a high power form cell emits power at the time of acceleration of vehicles, and absorbs the braking energy of vehicles at the time of moderation. For this reason, at the time of acceleration, the voltage of a capacitor 9 falls by emission of power, conversely, power is conversely absorbed at the time of braking, and it goes up. the chopper 10 is inserted in order to deliver and receive power between the capacitor 9 from which voltage changes a lot, and the main cell 1 whose voltage is about 1 law.

[0004] Drawing 17 is what showed the electrical system of a series form hybrid electric vehicle, and the same number has shown the same component as drawing 16 . As for an engine and 12, in drawing 17 , 11 is [a generator and 13] converters. 14 is a cell, and it is inserted in order to absorb the difference of the generating power of a generator 12, and the power consumption of a motor 2. In this series form, by the engine 11, the generator 12, and the converter 13, the power for vehicles transit is generated and the motor 2 is driven through an inverter 3 with this power. Although there are various systems of a series form, the example of illustration has shown the case where a chemical cell 14 is used as a cell for dump power absorption. Since this cell 14 is not a high power form, the capacitor 9 which is a high power form cell is connected to juxtaposition through the chopper 10 as well as the case of drawing 16 .

[0005] Generally, the output of a generator is determined by not the maximum power needed at the time of acceleration and deceleration but the power needed at the time of fixed-speed transit, and this power is smaller than maximum power. For this reason, at the time of the acceleration and deceleration of the vehicles which need high power, power is delivered and received through a capacitor 9 and a chopper 10. A chemical cell 14 absorbs the power of the difference of the power consumption of the generating power of a generator 12, a motor 2, and the auxiliary machinery that is not illustrated. When stopping an engine 11 and running only with a chemical cell 14, it is necessary to use a chemical cell 14 as a cell with a certain amount of energy.

[0006] Drawing 18 is what showed the electrical system of a parallel form hybrid electric vehicle, and the same number has shown the same component as drawing 16 and drawing 17. 15 -- the engine for parallel, and 16 -- in a chemical cell and 19, a converter (inverter) and 20 show the electric double layer capacitor as a high power form cell, and, as for a dynamotor and 17, 21 shows [a change gear and 18] a chopper, respectively. In the parallel form, it may run under the power of both the case where it runs through a change gear 17 only under the power of an engine 15, the case where it runs through a converter (inverter) 19 and a dynamotor 16 with the power of a chemical cell 18, and an engine 15 and a cell 18, and each system is properly used according to the use. Also in the parallel form, as an object for the regeneration power absorption at the time of vehicles braking, a high power form cell is required and has connected the electric double layer capacitor 20 to juxtaposition through a chopper 21 to a cell 18.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As the above-mentioned well-known example showed, the cell which has the both-sexes ability of a high energy form and a high power form is required for the power supply of an electric vehicle. A high energy form cell opts for the mileage engine performance per 1 charge, and a high power form cell opts for the acceleration engine performance or the regenerative-braking engine performance. If braking energy can fully be revived on a cell for every braking of vehicles, the energy-saving effect of an electric vehicle is very large. The same of a current engine automobile and operation is said of the electric vehicle, and the count of braking actuation amounts to tens of thousands of times or more. In order to advance energy saving of an electric vehicle further, it becomes indispensable that it is equal to acceleration-and-deceleration actuation of the count which amounts to these times or more of tens of thousands of. That is, to be equal to the high power charge-and-discharge actuation which amounts to tens of thousands of times or more as a cell is desired. However, the high power charge-and-discharge actuation in which a current cell amounts to tens of thousands of times or more since a chemical cell is a subject is difficult, and at most about thousands of times are a limit. For this reason, it is indispensable to exchange chemical cells for every suitable period, or to use together high power form cells, such as an electric double layer capacitor, in the present electric vehicle.

[0008] Drawing 19 shows the output P_s of (a) vehicles (speed V and b) inverter input P_i , (c) electric double layer capacitor voltage V_c and the inverter input voltage V_i , and (d) DC power supply (chemical cell) according to the operation mode (acceleration operation, fixed-speed transit operation, moderation operation mode) of an electric vehicle, respectively. Moreover, drawing 20 is what showed an example of the chopper currently used by drawing 16 - drawing 18, and has illustrated the chopper 10 of drawing 16. 10b and 10c are the switch sections, and antiparallel connection of a transistor ten b1, 10c1 and diode ten b2, and 10c2 is carried out, respectively. 10a is a current smooth reactor and 10d is a voltage smoothing capacitor.

[0009] Also although it is called an electric vehicle, since it has the almost same purpose of use as the conventional engine vehicle, it is called for small, that a device is [that 1 charge mileage has the good ***** and acceleration-and-deceleration engine performance, being fuel-efficient,] lightweight, and that a price is still cheaper. Performance-traverse ability and fuel consumption are sharply improved by concomitant use and hybridization of this point, an electric double layer capacitor, etc. of a high power form cell. However, the high power form cell section, especially the chopper section as shown in drawing 20 pose a big problem here. Since the thing of the capacity as the inverter for a motor drive with this chopper section almost same in a high power form is needed, that formation of small lightweight and price reduction have been a big technical problem.

[0010] Then, especially this invention tends to improve the configuration of the chopper section among the high power form cell sections, and tends to offer the electrical system of the electric vehicle which enabled formation of small lightweight of a system instrument, low-pricing, and improvement in system efficiency.

[0011]

[Means for Solving the Problem] A zero voltage vector output is in a mode of operation of a polyphase inverter. This output mode is the mode which turns on in coincidence the P side switch arms 31a, 31b,

and 31c of the inverter 3 shown in drawing 21 , or the N side switch arms 32a, 32b, and 32c. That is, it is the mode in which total terminal voltage (between lines) of a polyphase motor becomes coincidence with zero. Switching operation of a zero voltage vector mode of this inverter is used, DC power supply are further connected between the neutral point of a polyphase current motor, and an end of a direct-current input side of an inverter, and a method of delivering and receiving 0 phase power between DC power supply and a direct-current input side of an inverter at a switching operation period of a zero voltage vector mode of an inverter is already proposed.

[0012] Drawing 22 is drawing showing this basic system, and, for 1a, the 1st DC power supply and 2a are [a voltage form inverter and 31a of a three-phase motor and 3a] the input capacitors of an inverter. Connecting an end of the coil two a1 of each phase of motor 2a to inverter 3a, the other end makes package connection of the whole set line, and makes the neutral point two a2. Between this neutral point two a2 and an end (drawing N pole side) of a direct-current input side of inverter 3a, 2nd DC-power-supply 1b is connected. In such a configuration, if a zero voltage vector is made to output by inverter 3a, if voltage of DC-power-supply 1b is seen from each input terminal of motor 2a, it will turn into zero phase voltage. Although a positive phase sequence component equal circuit of this circuit is a drive circuit of motor 2a by the same three phase inverter as the former, since it is considered that three arms of inverter 3a are one arm which carries out switching operation and considering a zero phase sequence component equal circuit they act as a 2 quadrant chopper by ratio of a zero voltage vector, actuation of 2 quadrant chopper is realizable by controlling zero phase voltage by inverter 3a. That is, direct current power will be delivered [according to the circuit of drawing 22] and received between DC-power-supply 1b and capacitor 31a by actuation of a zero voltage vector mode by inverter 3a. In addition, a reactor for choppers uses a reactor of a coil two a1. According to this system, since direct-current input voltage of inverter 3a is made to adjustable, an engine-performance improvement of an inverter drive system, formation of small lightweight of a system, and low-pricing are attained.

[0013] Based on the above-mentioned principle, this invention makes package connection of the end of a coil of a motor, constitutes the neutral point of a motor coil, and connects voltage adjustable form energy storage elements, such as an electric double layer capacitor and an electrochemistry capacitor, between direct-current input terminals of this neutral point and an inverter. Moreover, mounted DC power supply are connected to both ends of a voltage adjustable form energy storage element, or both ends of an input capacitor of an inverter. And a solid state switch of an inverter is used as a chopper switch, and an equivalent chopper consists of operating an inverter by zero voltage vector mode, and using a motor coil as a reactor between an input capacitor and an inverter. The chopper section needed in the conventional high power form cell section is made unnecessary by this, and formation of small lightweight of a system and low-pricing are in drawing. In addition, power of an electric vehicle is generated by driving a motor through an inverter from mounted DC power supplies, such as a chemical cell, and an engine generator, a fuel cell, and power of an auxiliary machinery motor is supplied from an input capacitor of a voltage adjustable form energy storage element or an inverter.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained along drawing. Drawing 1 is drawing explaining the operation gestalt of invention indicated to claim 1. In drawing, 101 is a three phase voltage form inverter, and supports the inverter 3 of drawing 16 . 102 is the input capacitor of an inverter and 103 is the AC motor for a vehicles drive of a three phase. 104 is the coil of a motor 103, and the end of each phase winding is connected to an inverter 101, and the other end makes package connection and constitutes neutral point 103a. 105 is a voltage adjustable form energy storage element, the end is connected to neutral point 103a of a motor coil, and the other end is connected to N pole side of an inverter input terminal. 106 is mounted DC power supply and is connected to the both ends of the voltage adjustable form energy storage element 105. Although the end of the voltage adjustable form energy storage element 105 is connected to N pole side of an inverter input terminal in the example of drawing 1 , connecting with P pole side is also possible.

[0015] A chemical cell, a fuel cell, an engine generator (DC power supply constituted by the engine, the generator, and the rectifier), etc. are used for mounted DC power supply 106 so that it may indicate to

claims 16-18. It is desirable that it is an adjustable voltage source especially as mounted DC power supply 106. Moreover, an electric duplex capacitor and an electrochemistry capacitor are used for a voltage adjustable form energy storage element so that it may indicate to claim 10.

[0016] Next, actuation of this operation gestalt is explained using drawing 2. Drawing 2 is what took lessons from a part for a plane 1 (a phase), and was shown equivalent, and is the same also about other phases. In drawing 2, the same number has shown the same component as drawing 1. In addition, the transistor inverter has shown the inverter 101. In drawing 2, it is that 104a1 indicated a phase winding of a motor 103, and 104a2 indicated back EMF of coil 104a to be equivalent, and V_m has shown the magnitude. 101a is the switch arm of a phase of an inverter 101. 101a1, 101a2 is a transistor, 101a3, 101a4 is diode, and antiparallel connection of such diodes 101a3, 101a4 is carried out to the transistor 101a1, 101a2, respectively. V_c has shown the voltage of the voltage adjustable form energy storage element 105, and the polarity is as illustration. V_i has shown the input voltage of an inverter 101 and the polarity is as illustration.

[0017] Drawing 2 explains actuation when driving the motor 103. If a transistor 101a2 is turned on in the state of $V_c < V_m$ and $V_i > V_c$, reactor current (current of a coil 104a1) I_l flows in the direction of a dashed line of drawing, and this current will increase gradually and will go. If a transistor 101a2 is turned off, reactor current I_l will charge a capacitor 102 through diode 101a3, as an alternate long and short dash line shows, and will decrease gradually. That is, the energy accumulated in the voltage adjustable form energy storage element 105 is transmitted to the capacitor 102 of an inverter input circuit. The energy transmitted to this input capacitor 102 drives a motor 103 by the usual inverter actuation of an inverter 101. In drawing 2, a transistor 101a1, 101a2 and a reactor (coil 104a1) operate as a pressure-up chopper.

[0018] Here, when the supply voltage from mounted DC power supply 106 is smaller than the required power of an inverter 101, power is emitted from the voltage adjustable form energy storage element 105 by the actuation mentioned above at the time of a motor drive (considerable at the time of acceleration in an electric vehicle), and it is poured into an inverter 101 at it. That is, it chopper-controls so that inverter input voltage may become default value, and power is moved from the voltage adjustable form energy storage element 105 to the direct-current input side of an inverter 101. What is necessary is just to supply the average power at the time of vehicles transit smaller than acceleration power from mounted DC power supply 106 by such control, since big power required at the time of acceleration can be supplied to an inverter 101 from the voltage adjustable form energy storage element 105.

[0019] Next, drawing 3 explains actuation when the motor 103 is slowing down. Drawing 3 corresponds to drawing 2 and the same number has shown the same component as drawing 2. If a transistor 101a1 is turned on in the condition of $V_i > (V_c + V_m)$, reactor current I_l will flow and increase like the dashed line of this drawing. If a transistor 101a1 is turned off, reactor current I_l will flow through diode 101a4, as the alternate long and short dash line of this drawing shows. Since it is $V_c < V_m$, reactor current I_l decreases gradually and goes. In drawing 3, a transistor 101a1, 101a2 and a reactor (coil 104a1) operate as a pressure-lowering chopper. That is, the power of the input capacitor 102 is transmitted to the voltage adjustable form energy storage element 105, and the voltage adjustable form energy storage element 105 is charged. Although braking power is stored in the input capacitor 102 at the time of braking of an electric vehicle, this regeneration power is transmitted to the voltage adjustable form energy storage element 105 by pressure-lowering chopper actuation mentioned above. If it controls like the time of acceleration to charge the great portion of regeneration power at the voltage adjustable form energy storage element 105, regeneration power to mounted DC power supply 106 can be made small. namely, the thing for which most regeneration power of an electric vehicle is charged at the voltage adjustable form energy storage element 105 -- the regeneration power to mounted DC power supply 106 -- about 0 -- or it can be made very small. This actuation is equivalent to the operation gestalt of invention indicated to claim 15.

[0020] By operating a zero voltage vector mode to an inverter 101, pressure-up chopper actuation of the inverter 101 mentioned above and pressure-lowering chopper actuation are possible, and it can be considered at the time of this zero voltage vector output that they are a single switch arm as shows the

switch arm of each phase of an inverter 101 to drawing 2 and drawing 3 equivalent so that it may indicate to claim 7. Since power is delivered and received between the voltage adjustable form energy storage element 105 and the input capacitor 102 at the time of braking at the time of the drive of a motor 103, for mounted DC power supply 106, the duty of charge and discharge will be sharply mitigated by the pressure up of the chopper which consists of this switch arm and reactor, and pressure-lowering actuation.

[0021] Drawing 4 shows the output P_s of the input P_i of (a) vehicles speed V corresponding to the operation mode (acceleration operation, fixed-speed transit operation, moderation operation mode) of an electric vehicle, and the (b) inverter, the voltage V_c of (c) voltage adjustable form energy storage element 105 and the inverter input voltage V_i , and (d) mount DC power supply 106 about actuation of drawing 2 and drawing 3 like drawing 19. This drawing is drawing explaining the operation gestalt corresponding to claim 12. When drawing 4 is seen, it turns out that a close resemblance [drawing 19] is borne. That is, the same function as drawing 19 can be given by carrying out chopper actuation of the inverter 101 with the configuration of drawing 1. In drawing 4, although the voltage of the voltage adjustable form energy storage element 105 serves as adjustable, as shown in claim 12, even if fixed, it can operate. Moreover, although inverter input voltage is set constant in the example of drawing 4, as shown in claim 12, you may make it adjustable.

[0022] Next, drawing 5 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 2 and claim 9, and has given the same number to the same component as drawing 1. Differing from invention of claim 1 bisects the input capacitor 102 of an inverter 101 to 102a and 102b, and it is in the point of having connected the end of the voltage adjustable form energy storage element 105 to this midpoint (midpoint of inverter direct-current input voltage). Drawing 6 makes actuation of the chopper in this operation gestalt correspond to drawing 2 and drawing 3, and shows it. With this operation gestalt, since the end of the voltage adjustable form energy storage element 105 is connected to the midpoint of the halved input capacitors 102a and 102b, if V_i is read as $V_i/2$ by explanation of drawing 2 and drawing 3, actuation of drawing 6 will become the same as actuation of drawing 2 and drawing 3. For this reason, detailed explanation is omitted.

[0023] Drawing 7 is drawing showing the operation gestalt of invention indicated to claim 3. In addition, the same number is given to the same component as drawing 1 and drawing 5. In drawing 7, 107 is a solid state switch arm and has two transistors 107b and 107c by which series connection was carried out, and the diodes 107d and 107e by which antiparallel connection was carried out to these. And midpoint 107a of Transistors 107b and 107c and the end of the voltage adjustable form energy storage element 105 are connected.

[0024] Actuation of drawing 7 is explained with reference to drawing 8. This drawing 8 is also the same with drawing 2, and a part for a plane 1 (a phase) is shown. $V_m < V_c$ and $V_c \leq (V_i + V_m)$ -- if transistor 107b is turned on on conditions, reactor current I_l will flow in the direction of a dashed line of drawing, and this reactor current I_l will increase and go. If transistor 107b is turned off, reactor current I_l will be commutated to the root of the alternate long and short dash line of drawing. $V_c \leq (V_i + V_m)$ -- it is -- a sake -- reactor current I_l -- decreasing -- going. With this operation gestalt, the chopper is constituted by the switch arm 107 and the a phase winding 104a1 of a motor 103, and while operating the inverter 101 by the zero voltage vector mode so that it may indicate to claim 8, transfer of energy is performed by switching the switch arm 107 between the voltage adjustable form energy storage element 105 and the input capacitor 102. Since an exchange of the power between the voltage adjustable form energy storage element 105, an inverter 101, and mounted DC power supply 106 is the same as drawing 2 and drawing 3, explanation is omitted. In addition, in drawing 8 and drawing 1, the voltage conditions in which chopper actuation is possible differ.

[0025] Next, drawing 9 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 4. This operation gestalt is what connected to the direct-current input side of an inverter 101 mounted DC power supply 106 connected to the both ends of the voltage adjustable form energy storage element 105 in the operation gestalt of drawing 1, and chopper actuation of an inverter 101 is the same as the case of drawing 2 and drawing 3. The average power to an inverter 101 is supplied from mounted DC power

supply 106. Since transfer of the power between the voltage adjustable form energy storage element 105 and the input capacitor 102 is the same as the operation gestalt of drawing 1, explanation is omitted. What is necessary is just to suspend chopper actuation of an inverter 101, in order to make impregnation and emission of the energy to the voltage adjustable form energy storage element 105 into zero. Namely, what is necessary is just to stop the output of the zero voltage vector by the inverter 101. If chopper actuation is suspended, the current I_c of the voltage adjustable form energy storage element 105 will become zero, and transfer of the energy between the input capacitors 102 will be lost. When the emission power from the voltage adjustable form energy storage element 105 is less to the necessary input of an inverter 101, the insufficiency will be supplied from mounted DC power supply 106.

[0026] Drawing 10 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 5, and connects to the direct-current input side of an inverter 101 mounted DC power supply 106 connected to the both ends of the voltage adjustable form energy storage element 105 of drawing 5. Chopper actuation of an inverter 101 and supply of the power from mounted DC power supply 106 are the same as the operation gestalt of drawing 5.

[0027] Drawing 11 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 6, and connects to the both ends of the switch arm 107 mounted DC power supply 106 connected to the both ends of the voltage adjustable form energy storage element 105 of drawing 7. Chopper actuation of the switch arm 107, supply of the power from mounted DC power supply 106, etc. are the same as the operation gestalt of drawing 7.

[0028] Drawing 12 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 11, and the same number has shown the same component as each above-mentioned operation gestalt. Generally, the voltage adjustable form energy storage element is inadequate for the engine performance of the RF form where it can respond to the switching frequency of an inverter. That is, since the RF impedance is large, if it is used on the switching frequency of an inverter, a rise and loss of the terminal voltage of a voltage adjustable form energy storage element will increase. For this reason, with this operation gestalt, it was presupposed that the capacitor for high-frequency-current absorption is connected with juxtaposition at the voltage adjustable form energy storage element 105. In drawing 12, 105a is a capacitor for high-frequency-current absorption.

[0029] Next, drawing 13 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 19, it is the system which connected auxiliary power 108a for vehicles for driving auxiliary machinery, such as a cooler, with the motor for auxiliary machinery to the both ends of the voltage adjustable form energy storage element 105, and the example of drawing 1 has shown the configuration of the principal part. This operation gestalt is applicable also to drawing 5, drawing 7, drawing 9, drawing 10, drawing 11, and the operation gestalt of drawing 12.

[0030] Drawing 14 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 20, it is the system which connected auxiliary power 108b for vehicles to the both ends of the input capacitor 102 of an inverter 101, and the example of drawing 1 has shown the configuration of the principal part. This operation gestalt is also applicable to drawing 5, drawing 7, drawing 9, drawing 10, drawing 11, and the operation gestalt of drawing 12.

[0031] Drawing 15 shows the operation gestalt of invention indicated to claim 21, it is the system which connected auxiliary power 108c for vehicles to mounted DC power supply 106, and the example of drawing 1 has shown the configuration of the principal part. This operation gestalt is also applicable to drawing 5, drawing 7, drawing 9, drawing 10, drawing 11, and the operation gestalt of drawing 12.

[0032] Next, the relation between the voltage V_c of the voltage adjustable form energy storage element 105, the input voltage V_i of an inverter 101, and the terminal voltage (between lines, actual value) V_m of a motor 103 is explained. With the operation gestalt of drawing 1, as shown in claim 22, these are set up like a degree type and an inverter 101 performs the usual PWM control.

With $V_i \geq V_c + V_m/\sqrt{3}$ $V_i - V_m/\sqrt{3} \geq V_c \geq V_m/\sqrt{3}$ and the operation gestalt of drawing 5, as shown in claim 23, these are set up like a degree type and an inverter 101 performs the usual PWM control.

$V_i/2 - V_m/\sqrt{3} \geq V_c \geq V_m/\sqrt{3} - V_i/2$ $V_i \geq 2(V_c + V_m/\sqrt{3})$

Furthermore, with the operation gestalt of drawing 7 , as shown in claim 24, it sets up like a degree type and an inverter 101 performs the usual PWM control.

$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3} \leq V_c \leq V_i - V_m / \sqrt{3}$ -- here, in the operation gestalt of drawing 7 , as shown in claim 25, you may set up like a degree type. In this case, an inverter 101 performs the usual Pulse-Amplitude-Modulation control.

$V_i \geq V_c + V_m / \sqrt{3} \leq V_c \leq V_i / 3$ [0033]

[Effect of the Invention] As stated above, while connecting a voltage adjustable form energy storage element like a capacitor and using the coil of a motor as a reactor between the neutral point of the coil of an AC motor, and the direct-current input side of an inverter, in this invention, the inverter and the solid state switch arm are operated as a chopper using actuation of the zero voltage vector mode by the inverter. And at the time of acceleration of an electric vehicle (at the time of a drive), the energy of a voltage adjustable form energy storage element is mainly emitted, and it is made to absorb the kinetic energy of the body for a voltage adjustable form energy storage element by the above-mentioned chopper actuation at the time of moderation (at the time of braking).

[0034] For this reason, there is an effect of ** which can make adjustable direct-current input voltage of two inverters that the chopper which was necessity conventionally [1], and the reactor for choppers are omissible, and there is the following big effect further.

3) Large formation of small lightweight of a system instrument and low-pricing can be attained.

4) Since an inverter can be operated with the optimal voltage value, system efficiency improves sharply. By these, it can contribute to spread and development of an electric vehicle greatly.

[Translation done.]